

Данные размера зерен металла сварных швов, в зависимости от балльной шкалы приведены в табл. 2.

Таблица 2

Средний размер зерен металла сварных швов	
№ по балльной шкале	Размер зерна, мм
6 балл	0,0391
7 балл	0,0267
8 балл	0,0196

Исходя из данных таблиц 1 и 2 можно сделать заключение, что воздействие ПОМП при дуговой сварке под флюсом пластин из аустенитной стали типа 12X18H9T уменьшает размер зерен металла сварных швов практически в 2 раза по сравнению с процессом сварки без воздействия ПОМП. Это, в соответствии с данными Холла – Петча, должно повысить значение предела текучести металла шва [5].

Выводы.

1. Воздействие переменного частотой $f = 6$ Гц ПОМП при сварке под флюсом стыковых соединений пластин из стали типа 12X18H9T обеспечивает измельчение зерен металла сварных швов практически в 2 раза.
2. При сварке стыковых соединений из стали 12X18H9T без воздействия ПОМП средний размер зерен составляет 7...6 балл, а с воздействием ПОМП средний размер зерен металла шва соответствует 8 баллу с отдельными включениями зерен с 7 баллом, что должно повысить значение предела текучести металла шва.

Список литературы

1. Сварка с электромагнитным перемешиванием / В.П. Черныш, В.Д. Кузнецов, А. Н. Брискман, Г.М. Шеленков. – Киев: Техника, 1983. – 127 с.
2. Размышляев А.Д. Магнитное управление формированием валиков и швов при дуговой наплавке и сварке / А.Д. Размышляев, М.В. Миронова. – Мариуполь : Изд-во ПГТУ, 2009. – 242 с.
3. Болдырев А.М. Измельчение структуры металла шва при сварке дугой, колеблющейся в поперечном магнитном поле / А.М. Болдырев, Ю.С. Ткаченко, Н.П. Толоконникова, Э.Б. Дорофеев, С.Д. Никитин // Автоматическая сварка. – 1975. – № 7. – С. 70-71.
4. Рыжов Р.Н. Особенности формирования и кристаллизации швов при сварке ТИГ с отклонениями дуги магнитным полем / Р.Н. Рыжов, В.С. Семенюк, А.А. Титов // Автоматическая сварка. – 2004. – № 4. – С. 17-20.
5. Лахтин Ю.М. Металловедение и термическая обработка металлов / Ю.М. Лахтин. – М. : Металлургия, 1977. – 408 с.

ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ОБРАБОТКИ ЖИДКОГО СТЕКЛА НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОРОШКОВ-МОДИФИКАТОРОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СВАРОЧНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ

С.В. Макаров, старший преподаватель, Д.А. Чинахов, к.т.н., доцент

Юргинский технологический институт (филиал)

Национального исследовательского Томского политехнического университета

652050, г. Юрга, ул. Ленинградская 26, тел. (38451)-7-77-64

E-mail: makarovsv@tpu.ru

В статье рассмотрены способы обработки жидкого стекла, имеющего в своём составе ультрадисперсные порошки-модификаторы. Сравнение проводилось для двух методик – с использованием планетарной шаровой мельницы и механокавитационной установки активаторного типа. Установлено, что обработка жидкого стекла и ультрадисперсных порошков на планетарной шаровой мельнице приводит к образованию большого числа агломератов. При использовании механокавитационной установки наблюдается диаметрально противоположная ситуация – порошки-модификаторы распределены равномерно во всём объёме жидкого стекла.

Согласно данным [1-3] за последние 5 лет на российском и мировом рынках проявляется тенденция к уменьшению доли сварочных электродов в совокупном объёме использования средств сварки металлов. Вместе с тем, за счёт увеличения потребности в сварных соединениях, связанной с динамичным развитием строительной отрасли (мост через Керченский пролив), военно-промышленного комплекса,

нефтегазового комплекса (газотранспортная система «Сила Сибири»), в абсолютных показателях потребность в сварочных электродах среди российских потребителей ежегодно увеличивается на 10-15%.

Другим важным аспектом является импортозамещение. В настоящее время, по оценкам Правительства, доля импорта в различных отраслях экономики довольно высока. Например, Российская Федерация импортирует в тяжелом машиностроении – более 70% комплектующих, в нефтегазовом оборудовании – 60%, в энергетическом оборудовании – около 50%. В апреле 2014 года Кабинет министров утвердил новую редакцию государственной программы Российской Федерации «Развитие промышленности и повышение её конкурентоспособности» (постановление от 15 апреля 2014 г. №328). Одной из главных задач государственной программы, рассчитанной до 2020 года, заявлено снижение доли импорта продукции в Россию.

Электроды компаний: ESAB, Kobe Steel, Lincoln Electric, Klockner & Co SE, Capilla, S.I.A. «RESANTA» [4] являются наиболее популярными среди импортируемых, даже не смотря на то, что их цена выше чем у отечественных аналогов. Для потребителя на первый план выходит не цена, а качество и возможности электрода.

Ранее в работе [5] была описана разработанная технология по производству импортозамещающих электродов, суть которой заключается в следующем: в жидкое стекло (табл. 1) вносятся ультрадисперсные порошки-модификаторы (диоксид алюминия, оксид кремния, никель, оксид титана), с размером частиц порядка 90 нм и чистотой 99,85%. За перемешивание и равномерное распределение порошков отвечает механокавитационная установка активаторного типа. Температура жидкого стекла, находящегося в установке не должна превышать 35°C, время перемешивания – 30-60 минут. При несоблюдении указанных технологических режимов жидкое стекло становится непригодным для изготовления обмазочной массы, ввиду низкой вязкости и пониженных когезионных свойств.

Таблица 1

Показатели качества калиево-натриевого жидкого стекла

Наименование показателя	Серийное	Экспериментальное
Силикатный модуль	3,1	3,2
Динамическая вязкость, сПз	611	387
Плотность, г/см ³	1,4	1,4

Для измерения динамической вязкости использовался цифровой вискозиметр Брукфильда DV-E. Точность измерения $\pm 1\%$ полной шкалы. Воспроизводимость результатов $\pm 0,2\%$. Плотность жидкого стекла определяли по ГОСТ 2517-85 с использованием ареометр по ГОСТ 18481-81.

Плотность и динамическая вязкость зависят от состава жидкого стекла. Вязкость в сильной мере подвержена зависимости от температуры раствора, наличия или отсутствия примесей в составе, метода получения и прочих факторов. Проанализировав теоретические данные установлено, что жидкие стекла с модулем 2,5...3,3 помогают снизить влажность в покрытии электродов и количество водорода в металле сварного соединения [6-8].

При обработке жидкого стекла на механокавитационной установке активаторного типа значительно снижается его динамическая вязкость и повышается силикатный модуль. Изменения свойств жидкого стекла показывают связь между его плотностью и вязкостью. Обработка жидкого стекла способствует изменению структур составляющих его компонентов и получению прогнозируемых зависимостей между плотностью и вязкостью.

Обработка жидкого стекла на механокавитационной установке активаторного типа позволяет улучшить реологические свойства жидкого стекла, повышая его силикатный модуль и степень структурированности, которая определяется соотношением, вязкости, плотности и силикатного модуля. Эти факторы позволяют повысить пластические свойства обмазочной массы, снизить количество жидкого стекла, что приведёт к снижению содержания влаги [8] в электродах, а также улучшению качества электродов и металла сварного шва.

Необходимо отметить факт того, что в сравнении со стандартной технологией уменьшилось использование жидкого стекла (по предлагаемой экспериментальной технологии на 100 кг сухой шихты было израсходовано 22 кг стекла, при серийном способе – 24,5 кг). Таким образом, можно отметить снижение расхода жидкого стекла на 10 %.

Для того чтобы определить возможность применения ультрадисперсных порошков-модификаторов в процессе изготовления сварочных электродов были произведены экспериментальные сварочные электроды, базирующиеся на компонентной базе электрода марки МР-3 и УОНИ 13/45 Ø4,0 мм.

В свою очередь было проведено исследование поведения ультрадисперсных порошков в жидком стекле. В ходе исследования было необходимо выяснить, каким образом порошки-модификаторы будут распределены в объёме жидкого стекла, и как на него повлияет время и способ перемешивания (рис. 1).

Раствор жидкого стекла с ультрадисперсными порошками перемешивали на планетарной шаровой мельнице при 1200 об/мин в течение 60-180 минут, затем такая же процедура проводилась на механокавитационной установке активаторного типа. Когда порошки-модификаторы распределились равномерно, это жидкое стекло использовали для изготовления партии сварочных электродов.

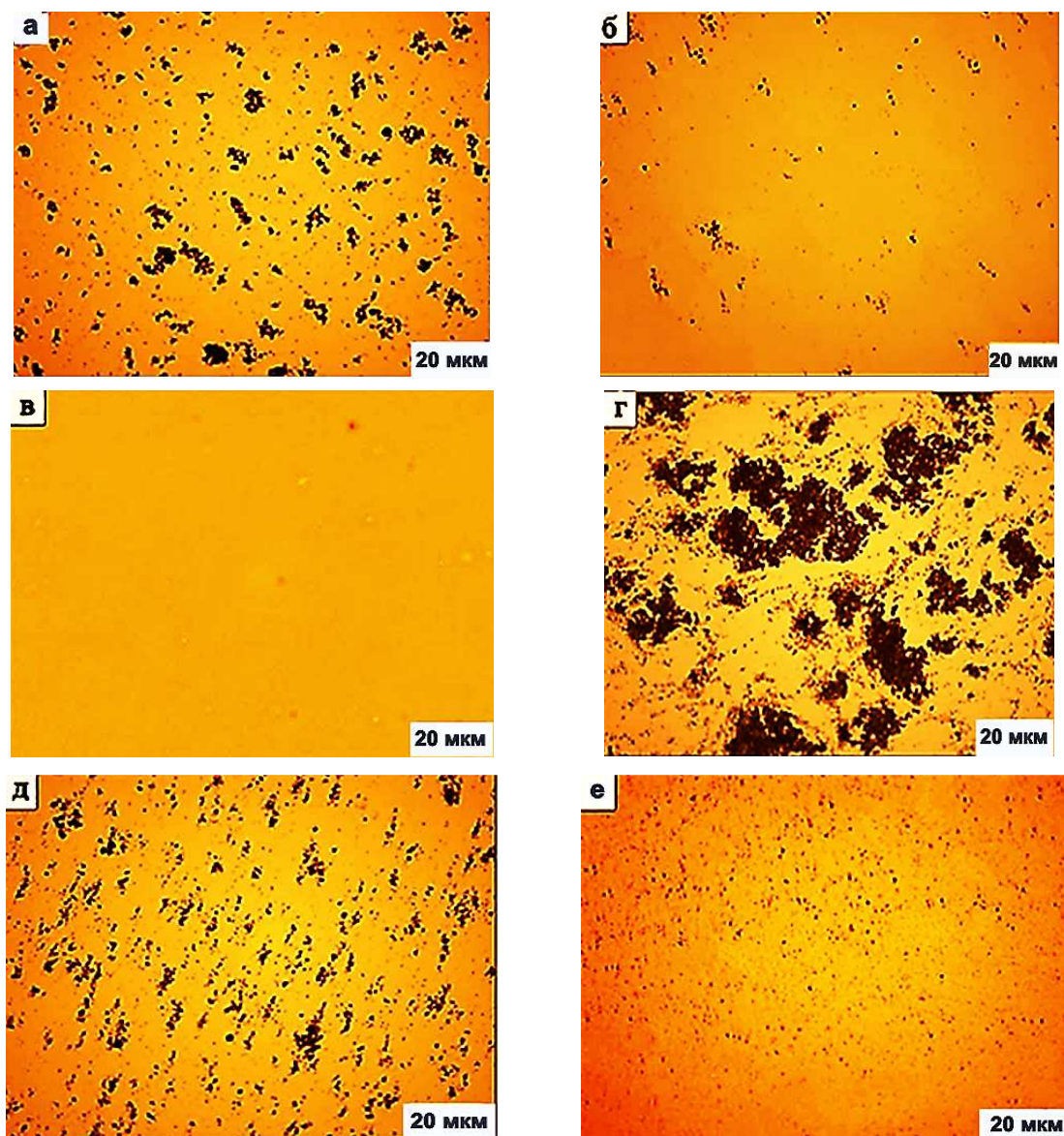


Рис. 1 – Жидкое стекло, содержащее ультрадисперсные модификаторы.

а: 60 мин. перемешивание на планетарной шаровой мельнице

б-в: 30 мин. и 60 мин. перемешивание на механокавитационной установке активаторного типа

г: 180 мин. перемешивание на планетарной шаровой мельнице

д-е: 30 мин. и 60 мин. перемешивание на механокавитационной установке активаторного типа

Диспергирование ультрадисперсных частиц в жидких растворах можно разделить на 3 стадии [9, 10]:

- 1) смачивание наночастиц;
- 2) дробление агрегатов частиц;
- 3) предотвращение коагуляции и выпадения в осадок в смесях.

На рисунке 1 показано изменение дисперсии наночастиц в жидком стекле со временем и в зависимости от способа смешивания. При механическом смешивании жидкого стекла с ультрадисперсными порошками образовывалось большое количество агломератов. Это объясняется адгезией частиц под действием сил Ван-дер-Ваальса. Из микроструктур следует, что раздробить агломераты наночастиц одним только перемешиванием на планетарной шаровой мельнице не удалось. Видно, что обработка на механокавитационной установке активаторного типа позволяет разложить все агломераты при увеличении времени перемешивания.

На основании проведенных исследований, можно сделать выводы:

1. При помощи механокавитационной установки активаторного типа ультрадисперсные порошки-модификаторы можно равномерно диспергировать в жидком стекле. Следовательно, в электродном покрытии обеспечить равномерное распределение модификаторов.
2. Предлагаемая технология изготовления сварочных электродов позволяет снизить расход жидкого стекла на 10%, что позволяет снизить себестоимость изготовления электродов.

Список литературы

1. Палиевская, Е. А., Сидлин, З. А. Проблемы сырьевой базы производства сварочных материалов // Сварочное производство. – 2009. – № 9. – С. 25 – 31.
2. Коротков, В.А. Исследование износостойкости твердых наплавочных материалов в производственных условиях. // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 2013. – №1. – С.45-49.
3. Гежа, В.В. Пути повышения сварочно-технологических характеристик электродов с покрытием основного типа, предназначенных для сварки высокопрочных и хладостойких сталей / В.В. Гежа, А.П.Барышников, Л.В. Гриценко и др. // Вопросы материаловедения – 2000. – №1. – С.69-77.
4. Дзюба, О. В. Сварочно-технологические свойства новых низководородистых электродов для сварки магистральных трубопроводных / О. В. Дзюба, В. М. Дзюба, А. А. Чуларис // Территория нефтегаз. – 2011. – №11. – С.68-70.
5. Makarov, S. V. Use of Complex Nanopowder (Al_2O_3 , Si, Ni, Ti, W) in Production of Electrodes for Manual Arc Welding / S. V. Makarov, S. B. Sapozhkov // World Applied Sciences (Special Issue on Techniques and Technologies). – 2013. – Journal 22. – P. 87–90.
6. Дзюба, О. В. Активирование жидкого стекла для снижения количества диффузионно-подвижного водорода / Дзюба О. В., Дзюба В. М., Заболоцкий И. В. и др. // Сварка и диагностика. – 2011 – №6. – С.56-58.
7. Лозовой, В. Г. Целлюлозные электроды, некоторые особенности их изготовления и применения. / В. Г. Лозовой, О. В. Дзюба, В. М. Дзюба и др. // Сб. докладов IV международная конференция по сварочным материалам стран СНГ / – Краснодар, 2007. – С.69-75.
8. Дзюба, О. В. и др. Компонентозамещение в электродных покрытиях – эффективный путь снижения диффузионно-подвижного водорода и повышения качества сварных соединений / О. В. Дзюба, В. М. Дзюба, А. А. Чуларис // Сварочное производство. – 2011. – № 12. – С. 28-32.
9. Дзюба, О. В. и др. Электродиализ жидких стекол для повышения их силикатного модуля и улучшения реологических характеристик / О. В. Дзюба, В. М. Дзюба, С. А. Лоза и др. // Сб. докл. V международной конференции по сварочным материалам стран СНГ. – Киев, 2010. – С. 21-28.
10. Лозовой, В. Г. и др. Опыт применения российских импортозамещающих электродов ЛБ-52TRU при сварке доменной печи Новолипецкого металлургического комбината / В. Г. Лозовой, О. В. Дзюба, В. М. Дзюба и др. // Сб. докл. V международной конференции по сварочным материалам стран СНГ. – Киев, 2010. – С. 63-78.

ПУТИ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И ТОЧНОСТИ ПОЛУЧАЕМЫХ ИЗДЕЛИЙ МЕТОДОМ ПОСЛОЙНОГО ВЫРАЩИВАНИЯ В СРЕДЕ ЗАЩИТНЫХ ГАЗОВ

М.А. Кузнецов¹, к.т.н., М.А. Крампит¹, А.Г. Крампит², д.т.н., доц.

¹Юргинский технологический институт (филиал) Томского политехнического университета
652055, г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, 8(38451)7-77-65

E-mail: kuzneshik@mail.ru

²АО “НПП “Исток” им. Шокина”, 141190, г.Фрязино, Вокзальная ул., д.2а

В статье представлен анализ существующих способов аддитивного производства металлических изделий. Предложены уникальные пути их решения недостатков существующих способов с помощью